

## Reakcije populacija *Xanthium strumarium* L. i *Helianthus annuus* L. na nikosulfuron

Dragana Božić, Marija Sarić, Ibrahim Elezović, Sava Vrbničanin\*

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd - Zemun

\*e-mail: sava@agrif.bg.ac.rs

### REZIME

Reakcije 2 populacije *Xanthium strumarium* L. (XS<sub>1</sub> i XS<sub>2</sub>) i 3 populacije *Helianthus annuus* L. (HA<sub>1</sub>, HA<sub>2</sub>, HA<sub>3</sub>) na nikosulfuron su ispitivane u kontrolisanim uslovima. Nikosulfuron je primenjen u 5 različitih količina (20, 40, 60, 80 i 120 g ha<sup>-1</sup>) kada su biljke bile u fazi dva para razvijenih listova, a kontrolne biljke nisu tretirane. Za procenu reakcije biljaka na primenu rastućih količina nikosulfurona mereni su i analizirani sledeći parametri: površina listova, sveža i suva masa biljaka sedam dana nakon primene herbicida.

Reakcije populacija *X. strumarium* i *H. annuus* na nikosulfuron su bile različite u zavisnosti od populacije, količine primene herbicida i ispitivanog parametra. Ni za jednu od populacija, za koje se sumnjalo da su razvile rezistentnost na nikosulfuron, nije potvrđena rezistentnost. Naime, konstatovana je samo smanjena osetljivost populacija XS<sub>2</sub> i HA<sub>2</sub> na nikosulfuron u poređenju sa referentnim osetljivim populacijama.

**Ključne reči:** *Xanthium strumarium* L., *Helianthus annuus* L.; populacije; reakcije; nikosulfuron

### UVOD

Poznavanje reakcija biljaka na herbicide, odnosno osetljivosti korovskih i istovremeno tolerantnosti gajenih biljaka na ova jedinjenja predstavlja osnov za suzbijanje korova herbicidima. Uprkos savremenim tendencijama usmerenim ka zaštiti životne sredine i proizvodnji zdravstveno bezbedne hrane, primena herbicida je i dalje nezaobilazna mera u suzbijanju korova. Međutim, uzastopna primena istih ili herbicida istog mehanizma delovanja dovodi do nastanka rezistentnih populacija među raznim korovskim vrstama. Rezistentnost na herbicide inhibitore acetolaktat sintetaze (ALS) predstavlja veliki problem u mnogim usevima širom sveta, broj novih populacija rezistentnih na ovu grupu herbicida neprekidno raste. Do

sada je potvrđena rezistentnost populacija 113 korovskih vrsta na ALS inhibitore, pri čemu je većina tih populacija rezistentna na sulfoniluree (Heap, 2011).

Za razliku od svetske naučne javnosti, koja već četvrtu deceniju prati i proučava razvoj rezistentnosti korova prema herbicidima različitih hemijskih grupa, istraživanja takve vrste kod nas su bila prilično skromna i uglavnom je ispitivana rezistentnost korova na triazinske herbicide (Janjić i sar., 1988, 1994). Poslednjih godina istraživanja u ovoj oblasti su intenzivirana i kod nas, jer je primećeno da neke populacije korova preživljavaju tretmane herbicidima prema kojima su ranije bile osetljive, i do sada je potvrđena samo smanjena osetljivost nekih populacija prema atrazinu (Pavlović et al., 2007 a,b) i nikosulfuronu (Vrbničanin i sar., 2005; Božić i sar., 2007, 2010).

*Xanthium strumarium* L. (fam. Asteraceae/Compositae) u narodu poznata kao čičak je jednogodišnja zeljasta širokolisna korovska vrsta, često prisutna kao korov u okopavinama, baštama i višegodišnjim zasadima. Javlja se takođe i na zaparloženim površinama, rudinama, ruralnim i urbanim neuređenim površinama. Njenu učestalu prisutnost i veliku štetnost potvrđuje i činjenica da se nalazi na listi ekonomski štetnih i invazivnih korovskih biljaka u Srbiji (Vrbničanin i sar., 2004, 2009). *X. strumarium* je jak kompetitor, usled čega može da dovede do značajnih gubitaka prinosa gajenih biljaka, a osim toga, otežava i berbu/žetvu i smanjuje kvalitet prinosa (Gossett, 1971). Bloomberg i saradnici (1982) su utvrdili da prisustvo ovog korova u soji može da smanji prinos do 80%, dok su Karimmojeni i saradnici (2010) potvrdili da smanjuje prinos kukuruza za 30 do 40%. Otežano suzbijanje *X. strumarium* je i u vezi sa grubim i dobro razvijenim epikutikularnim slojem koji predstavlja prvu barijeru kod usvajanja herbicida. Ovoj vrsti se pridaje sve veći značaj i zbog brzog širenja na nova područja i povećanja postojećih populacija, kao i razvoja rezistentnosti na herbicide (Barrentine, 1994; Nimbal et al., 1995; Sprague et al., 1997).

*Helianthus annuus* L. (fam. Asteraceae/Compositae) je vrsta koja se javlja u više različitih formi. Pored gajenog, čistog hibrida suncokreta („normal” crop plants) na njivama se mogu sresti i pojedinačne atipične biljke (kada u toku proizvodnje semena hibrida dolazi do ukrštanja sa divljim biljkama, pri čemu nastaju atipične biljke tog hibrida - off type crop), zatim se mogu sresti divlje forme suncokreta (wild type - nalaze se u izvorišnim arealima postojbine gajenog suncokreta, tj. Americi), potom biljke samoniklog useva na površinama gde je u jednoj ili dve prethodne godine gajen suncokret (volunteer plants, javlja se u zonama gde se gaji suncokret), zatim od biljaka samoniklog useva u procesu ukrštanja sa drugim samoniklim, podivljalim i divljim populacijama nastaju korovske populacije ove vrste (weedy type of sunflower) (Reagon and Snow, 2006). Korovski *H. annuus* se morfološki jasno razlikuje od gajenih, kao i samoniklih formi (Reagon and Snow, 2006). Osim toga, korovske populacije se odlikuju visoko izraženom morfološkom varijabilnošću, pri čemu odnos osobina gajenih i divljih formi u njima varira (Poverene et al., 2006; Reagon and Snow, 2006). Usled izražene morfološke i genetičke varijabilnosti mogu se očekivati i veoma različite reakcije ovih populacija na herbicide. Mada je utvrđeno više slučajeva rezistentnosti divljeg suncokreta na herbicide u Americi (Al-Khatib et al. 1998; White et al., 2002; Zelaya and Owen, 2004), za sada nema podataka o rezistentnosti korovskih formi suncokreta u drugim delovima sveta.

Nikosulfuron je selektivni herbicid iz grupe sulfonilurea koji inhibira aktivnost ALS enzima. ALS enzim ima esencijalnu ulogu u stvaranju aminokiselina leucina, izoleucina i valina, a koje su neophodne za biosintezu proteina. Ovaj herbicid se koristi u usevu kukuruza za suzbijanje brojnih jednogodišnjih i višegodišnjih travnih, kao i nekih širokolisnih korovskih vrsta (Baghestani et al., 2007; Nosratti et al., 2007). Uprkos njegovoj učestaloj primeni za suzbijanje korova u kukuruzu malo je podataka o razvoju rezistentnosti na ovaj herbicid. Naime, Volenberg i saradnici (2001) su utvrdili izvestan nivo rezistentnosti *Setaria faberi* Herrm., a Volenberg i saradnici (2002) i *Setaria viridis* (L.) Beauv. na nikosulfuron. Osim toga, uprkos sumnjama da su pojedine populacije *Sorghum halepense* u Srbiji razvile rezistentnost na nikosulfuron, potvrđena je samo njihova smanjena osetljivost, što može da ukaže na početak razvoja rezistentnosti (Božić i sar., 2007, 2010).

Cilj istraživanja u ovom radu je da se ispituju reakcije populacija *X. strumarium* i *H. annuus* na nikosulfuron na osnovu morfoloških parametara u kontrolisanim uslovima.

## MATERIJAL I METODE

U ovom radu su ispitivane reakcije 2 populacije *X. strumarium* (XS<sub>1</sub>, XS<sub>2</sub>) i 3 populacije korovske forme *H. annuus* (HA<sub>1</sub>, HA<sub>2</sub>, HA<sub>3</sub>) na nikosulfuron. Semena su prikupljena tokom jeseni 2005. godine na lokalitetima Oplanić, Padinska Skela i Surčin. Podaci o ispitivanim populacijama i istoriji primene herbicida dati su u tabeli 1. Populacije XS<sub>1</sub> i HA<sub>1</sub> potiču sa površina koje nikada nisu bile izložene primeni herbicida. Ostale populacije su bile izložene višegodišnjoj (XS<sub>2</sub> i HA<sub>2</sub> – 6 godina; HA<sub>3</sub> -3 godine) primeni herbicida ALS inhibitora, a u godini sakupljanja semena su preživela preporučene količine za primenu nikosulfurona, što je navelo na pretpostavku o postojanju rezistentnosti. Sakupljena semena su očišćena i čuvana na temperaturi 22±2°C.

Biljke su gajene u fitotronu u plastičnim posudama površine 38cm<sup>2</sup> u komercijalnom supstratu (Flora Gard TKS1, Germany), pri sledećim uslovima: fotoperiod 16<sup>h</sup>/8<sup>h</sup>, temperatura 24°C, vlažnost 60-70% i intenzitet svetlosti 300 µE/m<sup>2</sup>s. Biljke su zalivane redovno kako bi

**Tabela 1.** Osnovni podaci o populacijama *X. strumarium* i *H. annuus* i istoriji primene herbicida

**Table 1.** Populations of *X. strumarium* and *H. annuus* and herbicide use history

| Vrsta<br>Species     | Populacija<br>Population | Lokalitet<br>Locality | Primena ALS<br>inhibitora (godina)<br>Application of ALS<br>inhibitors (years) | Herbicid primenjen<br>u 2005. godini<br>Herbicide applied in<br>2005 |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|--|--|
| <i>X. strumarium</i> | XS <sub>1</sub>          | Oplanić               | 0  | -  |
|                      | XS <sub>2</sub>          | Surčin                | 6  | Nikosulfuron<br>Nicosulfuron   |
| <i>H. annuus</i>     | HA <sub>1</sub>          | Padinska Skela        | 0  | -  |
|                      | HA <sub>2</sub>          | Surčin I              | 6  | Nikosulfuron<br>Nicosulfuron   |
|                      | HA <sub>3</sub>          | Surčin II             | 3  | Nikosulfuron<br>Nicosulfuron   |

se održala zadovoljavajuća vlažnost zemljišta, a nakon nicanja su proređene tako da u svakoj posudi ostanu po dve biljke. Primena herbicida obavljena je kada su biljke bile u fazi dva para razvijenih listova, pri čemu je nikosulfuron primenjen u 5 različitih količina (20, 40, 60, 80 i 120 g ha<sup>-1</sup>), a kontrolne biljke nisu tretirane. Parametri sveža i suva masa biljaka i ukupna površina listova su mereni 7 dana nakon tretiranja.

Dobijeni podaci su statistički obrađeni pomoću LSD i t-testa u softverskom paketu STATISTIKA\*5.0. Osim toga, analiza reakcija biljaka na primenu nikosulfurona je obavljena u skladu sa preporukama Ritz-a (2010), pri čemu je za određivanje efektivne doze 50 (ED<sub>50</sub>) korišćen specifičan oblik nelinearne regresije. Usled toga što parametri mogu imati vrednost 0 u tretmanima sa primenom velikih količina herbicida (Ritz, 2010) za grafičko predstavljanje reakcija biljaka na primenu herbicida korišćeni su log-logistic modeli sa tri parametra (jednačina 1). Ovi modeli su primenjeni za svaki parametar, pri čemu su uvek uzimani u obzir svi tretmani. Indeksi rezistentnosti (IR) su izračunati iz odnosa ED<sub>50</sub> pretpostavljeno rezistentnih populacija i ED<sub>50</sub> osetljivih populacija. Za izračunavanje standardnih greški koje se odnose na ED<sub>50</sub> vrednosti, kao i indekse rezistentnosti korišćen je delta metod (Ritz and Streibig, 2005). ED<sub>50</sub> vrednosti su izračunate i grafički predstavljene pomoću „R“ softvera (R Development Core Team, 2009) i paketa *drc* (Ritz and Streibig, 2005).

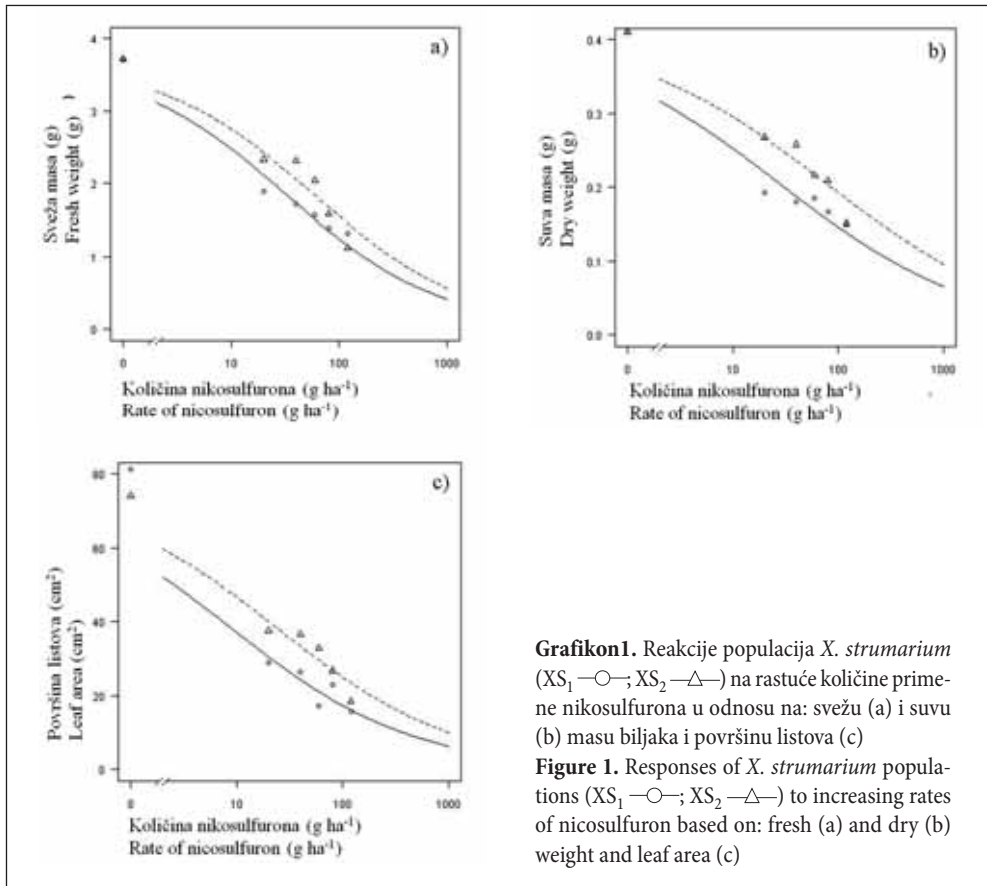
$$Y = d / (1 + \exp[b(\log x - \log c)]) \quad (1)$$

e - ED<sub>50</sub>; d - gornji limit; c - donji limit; b - relativni nagib

## REZULTATI I DISKUSIJA

**Reakcije populacija *X. strumarium* na nikosulfuron.** Primena nikosulfurona dovela je do veoma značajne redukcije (34,63-80,52%) morfoloških parametara kod obe populacije *X. strumarium*, što je zavisilo od populacije i ispitivanog parametra (grafikon 1). Kod populacije XS<sub>1</sub> redukcija sveže mase kretala se od 48,74 do 64,46%, suve mase od 53,22 do 63,71%, a površine listova od 64,30 do 80,52%. Kod populacije XS<sub>2</sub> redukcija ovih parametara je bila nešto niža (sveže mase, 37,31-69,89%; suve mase, 34,63-63,12%; površine listova, 49,34-75,1%). Do sličnih rezultata došli su Božić i saradnici (2011) u poljskim uslovima potvrdivši da rastuće količine nikosulfurona dovode do značajne redukcije visine, sveže mase i površine listova, kao i produkcije plodova *X. strumarium*.

Statistička analiza dobijenih podataka pokazala je da se suva masa populacija XS<sub>1</sub> i XS<sub>2</sub> statistički značajno razlikuje (p<0,05) samo pri primeni 40 g nikosulfurona ha<sup>-1</sup>, a površina listova samo u tretmanu sa 60 g ha<sup>-1</sup> ovog herbicida, dok u ostalim tretmanima nije bilo razlike (p>0,05) u odnosu na ove parametre. Ni u jednom od tretmana nije utvrđena statistički značajna razlika (p>0,05) između ovih populacija u odnosu na svežu masu biljaka. ED<sub>50</sub> vrednosti za populaciju XS<sub>1</sub> se kreću između 8,81 i 32,11 g nikosulfurona ha<sup>-1</sup>, pri čemu su najmanje za površinu listova (XS<sub>1</sub>: 8,81g ha<sup>-1</sup>; XS<sub>2</sub>: 23,79g ha<sup>-1</sup>), koja se u ovom slučaju izdvojila kao najosetljiviji parametar. Obe populacije *X. strumarium* su ispoljile znatno manju osetljivost



na nikosulfuron od populacija *Setaria viridis*, za koje su utvrđene ED<sub>50</sub> vrednosti između 1 i 4,6 g ha<sup>-1</sup> (Volenberg et al., 2002).

Odnos dobijenih ED<sub>50</sub> vrednosti pokazuje da je populacija XS<sub>1</sub> 1,81-2,78 puta osetljivija na nikosulfuron od populacije XS<sub>2</sub> (tabela 2), što ukazuje da višegodišnja uzastopna primena herbicida ALS inhibitora nije izazvala značajne promene u osetljivosti populacije XS<sub>2</sub>. Dobijeni rezultati su u suprotnosti sa rezultatima drugih istraživača (Itoh et al., 1999; Hashem et al., 2001) koji su potvrdili značajno smanjenje osetljivosti populacija različitih korovskih vrsta na herbicide ALS inhibitore nakon 3 do 7 godina njihove uzastopne primene. Nasuprot tome, Božić i saradnici (2007) nisu potvrdili rezistentnost populacije *Sorghum halepense* na nikosulfuron, iako je ova populacija 10 godina uzastopno tretirana herbicidima ALS inhibitorima.

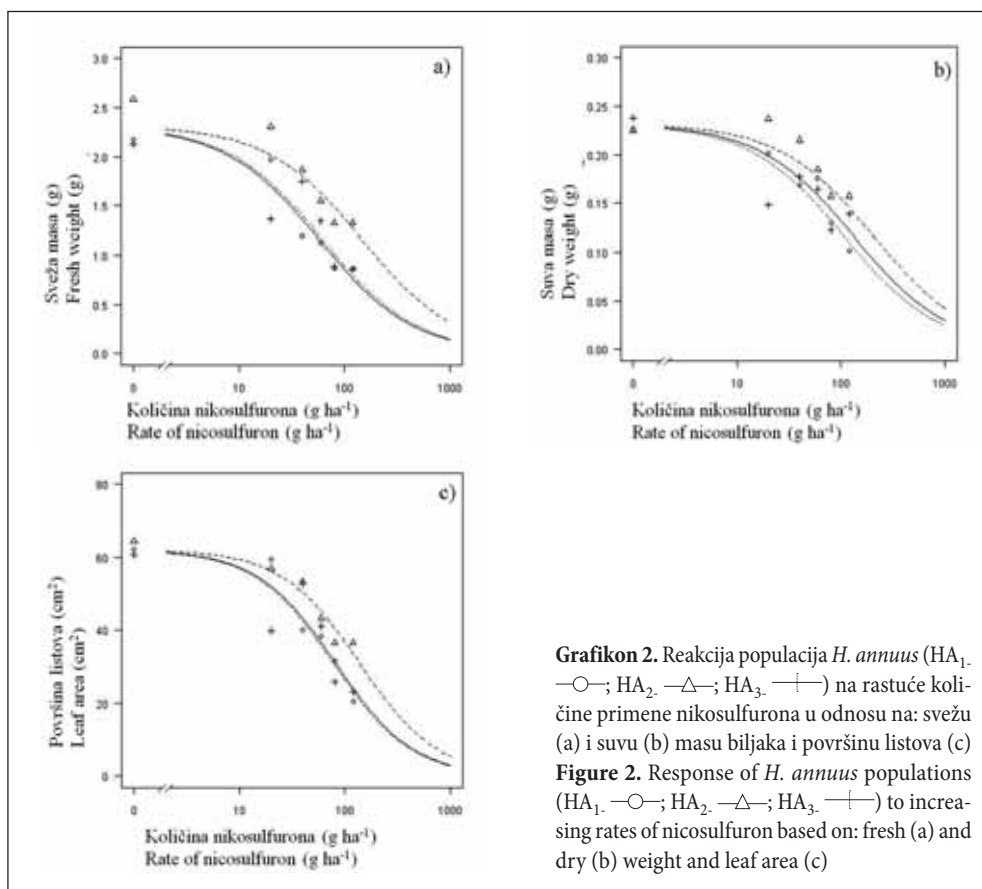
**Reakcije populacija *H. annuus* na nikosulfuron.** Više istraživača je potvrdilo rezistentnost populacija divljeg suncokreta (*H. annuus*, wild type) na herbicide ALS inhibitore (Al-Khatib et al. 1998; White et al., 2002; Zelaya and Owen, 2004), dok podataka o rezistentnosti korovskih populacija ove vrste (weedy type *H. annuus*) koje vode poreklo od gajenih

formi nema. U našim istraživanjima, različite količine nikosulfurona (20, 40, 60, 80 i 120 g ha<sup>-1</sup>) izazvale su značajnu redukciju merenih parametara kod sve tri populacije korovskog *H. annuus* (HA<sub>1</sub>, HA<sub>2</sub>, HA<sub>3</sub>) (grafikon 2). U zavisnosti od količine primene, nikosulfuron je redu-

**Tabela 2.** ED<sub>50</sub> i indeksi rezistentnosti (IR) populacija *X.strumarium* prema nikosulfuronu na osnovu sveže i suve mase i površine listova

**Table 2.** ED<sub>50</sub> and indices of resistance (IR) of *X.strumarium* populations to nicosulfuron based on fresh and dry weight and leaf area

| Parametar<br>Parameter  | ED <sub>50</sub> ±SE (g ha <sup>-1</sup> ) |                 | IR±SE                             |
|---|--|-----------------|-----------------------------------|
|   | XS <sub>2</sub>                            | XS <sub>1</sub> | XS <sub>2</sub> : XS <sub>1</sub> |
| Sveža masa (g)<br>Fresh weight (g)                                  | 58,06±15,38                                | 32,11±10,63     | 1,81±0,90                         |
| Suva masa (g)<br>Dry weight (g)                                     | 76,24±31,59                                | 27,42±13,94     | 2,78±2,07                         |
| Površina listova (cm <sup>2</sup> )<br>Leaf area (cm <sup>2</sup> ) | 23,79±7,08                                 | 8,81±5,80       | 2,70±1,50                         |



kovao svežu masu najosetljivije populacije HA<sub>1</sub> za 9,26-59,77%, suhu masu za 12,17-55,65%, a površinu listova za 4,22-67,02%. Redukcija merenih parametara kod populacija koje su više godina bile izložene primeni herbicida ALS inhibitora (HA<sub>2</sub> i HA<sub>3</sub>) je uglavnom bila manja nego kod populacije HA<sub>1</sub>. U zavisnosti od primenjene količine, nikosulfuron je kod populacije HA<sub>2</sub> redukovao morfološke parametre za 0-48,59%, a kod populacije HA<sub>3</sub> za 34,51-61,86%.

Poređenjem populacija HA<sub>2</sub> i HA<sub>3</sub> sa populacijom HA<sub>1</sub> utvrđeno je da se uglavnom statistički značajno ne razlikuju ( $p > 0,05$ ) ni za jedan od analiziranih parametara. Naime, ove populacije su se statistički značajno razlikovale ( $p < 0,05$ ) od populacije HA<sub>1</sub> u odnosu na svežu masu samo pri primeni 40 g nikosulfurona ha<sup>-1</sup>. Osim toga, razlike između populacija HA<sub>2</sub> i HA<sub>1</sub> su bile statistički značajne ( $p < 0,05$ ) i pri primeni 120 g nikosulfurona ha<sup>-1</sup>, dok su se populacije HA<sub>3</sub> i HA<sub>1</sub> razlikovale u odnosu na površinu listova pri primeni 20 g nikosulfurona ha<sup>-1</sup>.

Dobijene ED<sub>50</sub> vrednosti su imale najveću vrednost za suhu masu (107,43-207,27 g ha<sup>-1</sup>), kao i u slučaju populacija *Sorghum halepense* (Božić i sar., 2010), što ukazuje da je suva masa kod ovih vrsta najmanje osetljiv parametar na nikosulfuron. ED<sub>50</sub> vrednosti za svežu masu su se kretale od 57,78 do 147,56 g ha<sup>-1</sup>, dok se količina nikosulfurona potrebna za redukciju površine listova za 50% kretala od 77,10 do 137,81 g ha<sup>-1</sup>. Sve ove vrednosti su znatno veće od ED<sub>50</sub> vrednosti utvrđenih za *Setaria faberi* (0,3 do 20,7 g ha<sup>-1</sup>) (Volenberg et al., 2001), što ukazuje na znatno manju osetljivost korovskih populacija *H. annuus* na nikosulfuron.

Relativno manja osetljivost populacije HA<sub>2</sub> i slična osetljivost populacije HA<sub>3</sub> u odnosu na osetljivu HA<sub>1</sub> potvrđena je i niskim vrednostima IR (tabela 3). Naime, u zavisnosti od posmatranog parametra HA<sub>2</sub> je ispoljila 1,5 do 2,5 puta manju osetljivost od populacije HA<sub>1</sub>. Nasuprot tome, populacija HA<sub>3</sub> je u odnosu na suhu masu i površinu listova ispoljila veću osetljivost od populacije HA<sub>1</sub>, što je u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Božić i saradnici (2010) ispitujući reakcije populacija *Sorghum halepense* na nikosulfuron i rimsulfuron. Inače, dobijeni indeksi rezistentnosti su znatno niži nego u slučaju tri populacije *Setaria faberi* čija osetljivost je bila 9 do 21 puta smanjena u odnosu na referentnu osetljivu populaciju (Volenberg et al., 2001).

**Tabela 3.** ED<sub>50</sub> i indeksi rezistentnosti (IR) populacija *H. annuus* na nikosulfuron na osnovu sveže i suve mase i površine listova

**Table 3.** ED<sub>50</sub> and indices of resistance (IR) of *H. annuus* populations to nicosulfuron based on fresh and dry weight and leaf area

| Parameter<br>Parameter  | ED <sub>50</sub> ±SE (g ha <sup>-1</sup> ) |                 |                 | IR±SE                             |                                   |
|---|--|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|   | HA <sub>2</sub>                            | HA <sub>3</sub> | HA <sub>1</sub> | HA <sub>2</sub> : HA <sub>1</sub> | HA <sub>3</sub> : HA <sub>1</sub> |
| Sveža masa (g)<br>Fresh weight (g)                                  | 147,56±46,39                               | 62,64±17,66     | 57,78±13,403    | 2,55±1,05                         | 1,08±0,49                         |
| Suva masa (g)<br>Dry weight (g)                                     | 207,27±52,78                               | 107,43±40,23    | 133,42±41,08    | 1,55±0,71                         | 0,81±0,52                         |
| Površina listova (cm <sup>2</sup> )<br>Leaf area (cm <sup>2</sup> ) | 137,81±27,87                               | 77,10±15,75     | 81,20±12,81     | 1,70±0,48                         | 0,95±0,31                         |



## ZAKLJUČAK

Višegodišnja uzastopna primena herbicida ALS inhibitora nije izazvala značajnije promene osetljivosti populacija *X. strumarium* i *H. annuus* na nikosulfuron, mada su pretpostavljeno rezistentne populacije obe korovske vrste ( $HA_2$ ,  $HA_3$ ,  $XS_2$ ) pokazale nešto manju osetljivost na ovaj herbicid od referentno osetljivih populacija ( $HA_1$ ,  $XS_1$ ). Na osnovu merenih vegetativnih parametara (sveže mase, suve mase, površine listova), kao pokazatelja reakcije biljaka na primenu rastućih količina nikosulfurona i izračunatih IR, ispitivane populacije *X. strumarium* i *H. annuus*, prema stepenu osetljivosti su se izdiferencirale prema sledećem nizu:  $HA_2 < HA_3 < HA_1 < XS_2 < XS_1$ .

## ZAHVALNICA

Istraživanja su realizovana u okviru projekta III 46008 koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

## LITERATURA

- Al-Khatib, K., Baumgartner, J.R., Peterson, D.E., Currie, R.S.:** Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). Weed Science, 46, 403-407, 1998.
- Baghestani, MA., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M., Nassirzadeh, N.:** Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Protection, 26, 936-942, 2007.
- Barrentine, W.L.:** A common cocklebur (*Xanthium strumarium*) biotype is resistant to the imidazolinone herbicides. Proceedings Southern Weed Science Society, 47, 158, 1994.
- Bloomberg, J.R., Kirkpatrick, B.L., Wax, L.M.:** Competition of common cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) with soybean (*Glycine max*). Weed Science, 30, 507-513, 1982.
- Božić, D., Elezović, I., Sarić, M., Onć Jovanović, E., Vrbničanin, S.:** Reakcije populacija *Sorghum halepense* L. (Pers.) na nikosulfuron, rimsulfuron i prosulfuron+primisulfuron-metil. Pesticidi i fitomedicina, 25, 261-268, 2010.
- Božić, D., Vrbničanin, S., Barać, M., Stefanović, L.:** Determination of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) level of sensibility to nicosulfuron. Maydica, 52, 271-277, 2007.
- Bozic, D., Vrbnicanin, S., Saric, M., Onc Jovanovic, E., Pavlovic, D.:** Effect of nicosulfuron on biological production of *Xanthium strumarium* L. EWRS Joint Workshop, Huesca, Spain, September 4-8, Abstract book, 2, 2011.
- Gossett, B. J.:** Cocklebur - soybean's worst enemy. Weeds Today, 2, 9-11, 1971.
- Hashem, A., Bouran, D., Piper, T., Dhammu, H.:** Resistance of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*) to Acetolactate Synthase - Inhibiting herbicides in the Western Australia Wheat Belt. Weed Technology, 15, 68-74, 2001.
- Heap, I.:** International survey of herbicide-resistant weeds, available at [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com), 2011.
- Itoh, K., Wang, G.X., Ohbas, S.:** Sulfonyleurea resistance in *Lindernia michrantha*, an annual paddy weed in Japan. Weed Research, 39, 413-423, 1999.



- Janjić, V., Stanković, R., Veljović, S., Jovanović, Lj.: Utvrđivanje stepena rezistentnosti *Amaranthus retroflexus* L. prema herbicidima inhibitorima fotosinteze. Glasnik zaštite bilja, VII Jugoslovenski simpozijum o zaštiti bilja, Opatija, 322-323, 1988.
- Janjić, V., Stanković-Kalezić, R., Radivojević, Lj., Marisavljević, D., Jovanović, Lj., Ajder, S.: Rezistentnost *Amaranthus retroflexus* L. i *Chenopodium album* L. prema atrazinu. Acta herbologica, 3, 63-71, 1994.
- Karimmojeni, H., Rahimian, M.H., Alizadeh, H.M., Cousens, R.D., Beheshtian, M.M.: Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. Weed Research, 50, 253-261, 2010.
- Nimbal, C.I., Shaw, D.R., Duke, S.O., Byrd, J.D. Jr.: Response of MSMA-resistant and—susceptible common cocklebur (*Xanthium strumarium*) biotypes to cotton (*Gossypium hirsutum*) herbicides and cross-resistance to arsenicals and membrane disupters. Weed Technology, 9, 440-445, 1995.
- Nosratti, I., Hassan, M.A., Saeed, R.: Control of johnsongrass (*Sorghum halepense*) with nicosulfuron in maize at different planting patterns. Journal of Agronomy, 6, 444-448, 2007.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Božić, D., Fischer, A.: Morpho-physiological traits and triazine resistance levels in *Chenopodium album* L. Pest Management Science, 64, 101-107, 2007a.
- Pavlović, D., Vrbničanin, S., Božić, D., Simončić, A.: *Abutilon theophrasti* Medic. Population Responses to Atrazine. Journal Central European Agriculture, 8, 435-442, 2007b.
- Poverene, M., Cantamutto, M.A., Carrera, A., Ureta, S., Alvarez, D., Alonso Roldan, V., Presotto, A., Gutierrez, A., Luis, S., Hernandez, A.: Wild sunflower research in Argentina. Helia, 44: 65-76, 2006.
- R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>, 2009.
- Reagon, M. and Snow, A.A.: Cultivated *Helianthus annuus* (Asteraceae) volunteer as a genetic “bridge” to weedy sunflower populations in North America. American Journal of Botany, 93: 127-133, 2006.
- Ritz, C.: Towards a unified approach to dose-response modelling in ecotoxicology. Environmental Toxicology & Chemistry, 29, 220-229, 2010.
- Ritz, C. and Streibig, J.C.: Bioassay analysis using R. Journal of Statistical Software, 12, 1-22, 2005.
- Sprague, C.L., Stoller, E.W., Wax, L.M.: Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) resistance to selected ALS-inhibiting herbicides. Weed Technology, 11, 241-247, 1997.
- Volenberg, D.S., Stoltenberg, D.E., Boerboom, Ch.M.: Biochemical mechanism and inheritance of cross- resistance to acetolactate synthase inhibitors in giant foxtail. Weed Science, 49, 635- 641, 2001.
- Volenberg, D.S., Stoltenberg, D.E., Boerboom, Ch.M.: Green foxtail (*Setaria viridis*) resistance to acetolactate synthase inhibitors. Phytoprotection, 83, 99-109, 2002.
- Vrbničanin, S., Karadžić, B., Dajić Stevanović, Z.: Adventivne i invazivne korovske vrste na području Srbije. Acta herbologica, 13, 1-13, 2004.
- Vrbničanin, S., Božić, D., Pavlović, D.: Ispitivanje na rezistentnosti na *Datura stramonium* L. na nikosulfuron. Zbornik na trudovi I kongres za zaštita na rastenijata «Zaštita na životnata sredina i bezbednost na hrana», 153-156, 2005.
- Vrbničanin, S., Malidža, G., Stefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Jovanović-Radovanov, K., Marisavljević, D., Pavlović, D., Gavrić, M.: Distribucija nekih ekonomski štetnih, invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. III deo: Prostorna distribucija i zastupljenost osam korovskih vrsta na području Srbije. Biljni lekar, XXXVII (1): 21-30, 2009.
- White, A.D., Owen, M.D.K., Hartzler, R.G., Cardina, J.: Common sunflower resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Weed Science, 50, 432-437, 2002.
- Zelaya, I.A. and Owen, M.D.K.: Evolved resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides in common sunflower (*Helianthus annuus*), giant ragweed (*Ambrosia trifida*), and shattercane (*Sorghum bicolor*) in Iowa. Weed Science, 52, 538-548, 2004.

## Response of *Xanthium strumarium* L. and *Helianthus annuus* L. populations to nicosulfuron

### SUMMARY

Responses of two populations of *Xanthium strumarium* L. (XS<sub>1</sub> i XS<sub>2</sub>) and three populations of *Helianthus annuus* L. (HA<sub>1</sub>, HA<sub>2</sub>, HA<sub>3</sub>) to nicosulfuron were studied in controlled environment. Nicosulfuron applied at five different rates (0, 40, 60, 80 and 120 g ha<sup>-1</sup>) when plants developed two pairs of leaves and control plants were not treated. Plant responses to growing rates of nicosulfuron were determined based on the next parameters: leaf area, fresh and dry weight, 7 days after herbicide application.

Responses of populations of *X. strumarium* and *H. annuus* to nicosulfuron were different depend on population, herbicide rate and studied parameters. Resistance was not confirmed for any population. Namely, only reduced susceptibility of populations XS<sub>2</sub> i HA<sub>2</sub> to this herbicide were determined in comparison with referent susceptible populations.

**Keywords:** *Xanthium strumarium* L., *Helianthus annuus* L.; population; response; nicosulfuron

Primljen: 07.11.2011.

Odobren: 13.12.2011.